

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2002270927 A

(43) Date of publication of application: 20.09.02

(51) Int. Cl

H01S 3/094
H01S 3/06
H01S 3/10

(21) Application number: 2001064046

(22) Date of filing: 07.03.01

(71) Applicant: NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT> NTT ELECTRONICS CORP

(72) Inventor: ONO HIROTAKA
SHIMIZU MAKOTO
KANAMORI TERUHISA
AOZASA SHINICHI
OISHI YASUTAKE
NISHIDA YOSHIKI

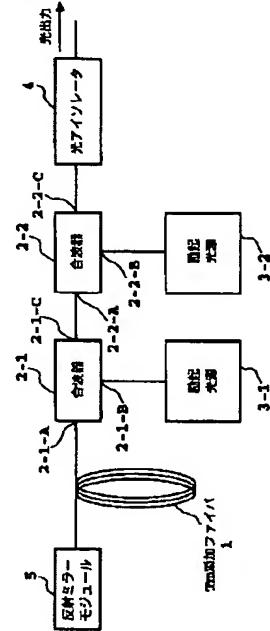
(54) ASE LIGHT SOURCE

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an ASE light source that can obtain high outputs over a wide wavelength range in the vicinity of 1,470 nm.

SOLUTION: This ASE light source uses a Tm-doped optical fiber 1 and two kinds of excitation light rays of first excitation light corresponding to the energy of Tm ions between 3H_6 and 3F_4 levels and second excitation light corresponding to the energy of Tm ions between 3F_4 and 3H_4 levels. First and second multiplexers 2-1 and 2-2 are connected between a first excitation light source 3-1 which generates the first exciting light and the Tm-doped optical fiber 1 and between a second excitation light source 3-2 which generates the second excitation light and the first multiplexer 2-1, respectively. Preferably, a reflecting mirror module 5 or an optical terminator is provided at one end of the optical fiber 1. Consequently, this light source can obtain high outputs over a wide frequency range in the vicinity of 1,470 nm, because electrons at the base level 3H_6 can be made to be involved in light emission by efficiently exciting the electrons to the light emitting level 3H_4 .



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-270927

(P2002-270927A)

(43)公開日 平成14年9月20日 (2002.9.20)

(51) Int.Cl.⁷
H 0 1 S 3/094
3/06
3/10

識別記号

F I
H 0 1 S 3/06
3/10
3/094

テ-マコ-ト(参考)
B 5 F 0 7 2
Z
S

審査請求 未請求 請求項の数 7 O.L (全 6 頁)

(21)出願番号

特願2001-64046(P2001-64046)

(22)出願日

平成13年3月7日 (2001.3.7)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(71)出願人 591230295

エヌティティエレクトロニクス株式会社
東京都渋谷区道玄坂1丁目12番1号

(72)発明者 小野 浩孝

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(74)代理人 100077481

弁理士 谷 義一 (外1名)

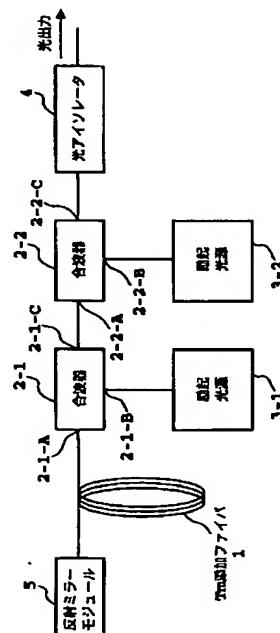
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ASE光源

(57)【要約】

【課題】 1470 nm近傍において広い波長範囲で且つ高出力が得られるASE光源を提供する。

【解決手段】 Tm添加ファイバ1を用い、励起光としてTmイオンの³H₆ - ³F₄準位間エネルギーに相当する第1の励起光、及び³F₄ - ³H₄準位間エネルギーに相当する第2の励起光の2つの励起光を使用する。第1の励起光を生成する第1の励起光源3-1とTm添加ファイバ1間に第1の合波器2-1を接続し、第2の励起光を生成する第2の励起光源3-2と第1の合波器2-1間に第2の合波器2-2を接続する。好ましくは、Tm添加ファイバ1の一端に反射ミラーモジュール5または光終端器を設ける。このような構成によれば、基底準位³H₆の電子を効率的に発光準位³H₄に励起して発光に関与させることができるので、1470 nm近傍で、従来に比べて広帯域で高出力のASE光源が実現できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 コアまたはクラッドにTm添加した増幅用光ファイバと、該増幅用光ファイバを励起するための励起光を発生する励起光源と、該励起光源を前記増幅用光ファイバへ導く光学的手段と、光アイソレータとを備えるASE光源であって、

前記励起光源として、出力励起光の波長がTmイオンの $^3F_4 - ^3H_4$ 準位間のエネルギーに相当する第1の励起光源と、出力励起光の波長が $^3H_6 - ^3F_4$ 準位間のエネルギーに相当する第2の励起光源の2種類を用いることを特徴とするASE光源。

【請求項2】 前記励起光源として、出力励起光の波長が1310-1440nmにある前記第1の励起光源と、出力励起光の波長が1580-1880nmにある前記第2の励起光源の2種類を用いることを特徴とする請求項1に記載のASE光源。

【請求項3】 前記増幅用光ファイバの一端に反射ミラーを備えることを特徴とする請求項1または2に記載のASE光源。

【請求項4】 前記増幅用光ファイバの一端に光終端器を備えることを特徴とする請求項1または2に記載のASE光源。

【請求項5】 前記増幅用光ファイバがTm添加フッ化物ファイバであることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載のASE光源。

【請求項6】 前記Tm添加フッ化物ファイバのガラス組成がZr系フッ化物ガラスであることを特徴とする請求項5に記載のASE光源。

【請求項7】 前記光学的手段が、前記増幅用光ファイバと前記第1または第2の励起光源間に接続された第1の合波器と、該第1の合波器と残りの前記第2または第1の励起光源間に接続された第2の合波器とから構成され、該第2の合波器の出力ポートに前記光アイソレータが接続されていることを特徴とする請求項1なし6のいずれかに記載のASE光源。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光信号を増幅する光増幅器の増幅用光ファイバを励起するための励起光を発生するASE(増幅自然放出光)光源に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年のインターネットに代表される爆発的な通信需要の増加により、幹線系の光伝送システムの容量増加の必要性が高まっている。現在、幹線系の光伝送システムでは、Er添加ファイバ増幅器の増幅波長範囲である約1530-1560nm(Cバンド)、約1570-1600nm(Lバンド)が使用されているが、伝送容量増加のために、これらの波長範囲とは異なる波長帯域を通信波長帯として使うことが提案され、1470nm近傍の新規の波長範囲を使用するシステムが

研究開発されている(T.Sakamoto et al., OFC2000, PD4参照)。

【0003】 ところで、光伝送システムでは、フィルタやカプラ等の多くの光受動部品が使用されている。これらの光受動部品の製造過程では、挿入損失やクロストーク等の検査を行う。これらの検査には、作業の簡略化または効率化のために、ある程度広い波長範囲で使用できる光源を用いる。例えば、上述のCバンドやLバンドで使用される光受動部品には、Er添加ファイバを使用したASE (Amplified Spontaneous Emission; 増幅自然放出光)光源が使用される。このEr添加ファイバを使用したASE光源は、広い波長範囲(システムで使用する波長範囲)で高出力が得られ、AWG (Arrayed Waveguide Grating; アレイ導波路格子)のような狭帯域フィルタのクロストークを測定する際に必要な-10dBm/nm程度のパワー密度が上記波長範囲で得られる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 一方、1470nm近傍の新規波長範囲では、Tm添加ファイバを使用したASE光源がある(OPTCOM 2000年10月号 株式会社工業通信 発行, pp. 128-129 参照)。この出力特性は図6に示すように、その出力パワー密度は小さく、波長範囲も狭い。

【0005】 本発明は、上述の点に鑑みてなされたもので、その目的は1470nm近傍において広い波長範囲で且つ高出力が得られるASE光源を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明の光増幅器は、コアまたはクラッドにTm添加した増幅用光ファイバと、該増幅用光ファイバを励起するための励起光を発生する励起光源と、該励起光源を前記増幅用光ファイバへ導く光学的手段と、光アイソレータとを備えるASE光源であって、前記励起光源として、出力励起光の波長がTmイオンの $^3F_4 - ^3H_4$ 準位間のエネルギーに相当する第1の励起光源と、出力励起光の波長が $^3H_6 - ^3F_4$ 準位間のエネルギーに相当する第2の励起光源の2種類を用いることを特徴とする。

【0007】 ここで、前記励起光源として、出力励起光の波長が1310-1440nmにある前記第1の励起光源と、出力励起光の波長が1580-1880nmにある前記第2の励起光源の2種類を用いることを特徴とすることができる。

【0008】 また、前記増幅用光ファイバの一端に反射ミラーを備えることを特徴とすることができる。

【0009】 また、前記増幅用光ファイバの一端に光終端器を備えることを特徴とすることができる。

【0010】 また、前記増幅用光ファイバがTm添加フッ化物ファイバであることを特徴とすることができる。

【0011】また、前記Tm添加フッ化物ファイバのガラス組成がZr系フッ化物ガラスであること特徴とすることができる。

【0012】また、前記光学的手段が、前記増幅用光ファイバと前記第1または第2の励起光源間に接続された第1の合波器と、該第1の合波器と残りの前記第2または第1の励起光源間に接続された第2の合波器とから構成され、該第2の合波器の出力ポートに前記光アイソレータが接続されていることを特徴とすることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0014】(第1の実施形態) 図1は本発明の第1の実施形態における光増幅器のASE光源の構成を示す。図1において、1は増幅用のTm添加ファイバ、2-1、2-2は励起光をTm添加ファイバ1に入力するための合波器、3-1、3-2は励起光を発生する励起光源、4は光アイソレータ、5は反射ミラーモジュールである。

【0015】Tm添加ファイバ1のファイバ組成は、Zr系フッ化物Tm添加濃度: 2000 ppm、その長さは30mである。励起光源3-1および励起光源3-2の出力励起光の波長はそれぞれ1410nm近傍および1650nm近傍である。合波器2-1の各ポートの透過波長帯は以下の通りである。

- ・ポート2-1-A: 1380-1430 nmおよび1440-1880 nm
- ・ポート2-1-B: 1380-1430 nm
- ・ポート2-1-C: 1440-1880 nm

【0016】また、合波器2-2の各ポートの透過波長帯は以下の通りである。

- ・ポート2-2-A: 1380-1540 nmおよび1550-1880 nm
- ・ポート2-2-B: 1550-1880 nm
- ・ポート2-2-C: 1380-1540 nm

【0017】光アイソレータ4の透過波長帯は1430-1550 nmである。反射ミラーモジュール5は、ファイバ出力を一旦平行光線にしてから反射ミラーにより光を反射させる構成のものである。このミラーの反射率は1380-1880 nmの波長範囲で80%以上ある。

【0018】以下に、本実施形態のASE光源の特長を説明する。

【0019】図2にTmイオンの準位図を示す。基底準位³H₆にある電子は、第2の励起光源3-2の1650 nm近傍の光により³F₄準位に励起される。³F₄準位に励起された電子は第1の励起光源3-1の1410 nm近傍の光によりさらに高いエネルギー状態の³H₄準位に励起される。電子が³H₄から³F₄に遷移することで1445-1510 nm光が発生する。このよ

うに、第2の励起光源3-2の1650 nm近傍の光を励起光として用いることにより、基底準位³H₆の電子を効率的に発光準位に励起し、発光に関与させることができる。

【0020】本実施形態では、第2の励起光源3-2として1580-1880 nmの波長範囲にある光源を用いており、従来技術であるTm添加ファイバ増幅器(笠松他, 2000年電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ大会C-3-91; B.N.Samson et al., OAA2 000, PD6 参照)が用いられている1560 nmの励起光源と比較して吸収係数が約2倍以上あり、効率的にTmイオンを励起できる。

【0021】Tm添加ファイバ1に入射した励起光はTm添加ファイバ1を(ASE出力とは反対方向に)伝搬する間にTmイオンの吸収により減衰するが、吸収されなかった励起光は反射ミラーモジュール5により反射され、再びTm添加ファイバ1で吸収される。すなわち、この構成によれば、第1の励起光源3-1、および第2の励起光源2が発生する励起光を有効にTm添加ファイバ1に吸収させることができる。

【0022】図3に本実施形態のASE光源の出力パワー密度の波長依存性を示す。図3から分かるように、本実施形態のASE光源はまた、従来技術よりも広い波長域1449-1496 nmで-25 dBm/nmが得られ、その全出力光は+4.3 dBmと高い出力が得られており、よって広帯域・高出力1470 nm帯ASE光源が実現できている。また、出力安定度は±0.003 dBであり、従来技術より同程度以下であった。

【0023】なお、第1の励起光源3-1の波長は1310-1440 nmの範囲であれば良いが、1380-1440 nmの範囲がより望ましく、1410-1440 nmの範囲であることが最も望ましい。また、第2の励起光源3-2の波長は1580-1880 nmの範囲であれば良いが、1610-1780 nmの範囲がより望ましく、1620-1710 nmの範囲であることが最も望ましい。

【0024】また、第1の励起光源3-1および第2の励起光源3-2の配置はこれらが入れ替わっても差し支えない。

【0025】(第2の実施形態) 図4は本発明の第2の実施形態における光増幅器のASE光源の構成を示す。図4において、1はTm添加ファイバ、2-1、2-2は励起光をTm添加ファイバに入力するための合波器、3-1、3-2は励起光を発生する励起光源、4は光アイソレータ、6は光終端器である。

【0026】Tm添加ファイバ1のファイバ組成はZr系フッ化物添加濃度: 2000 ppm、その長さは30 mである。励起光源3-1および励起光源3-2の波長はそれぞれ1410 nm近傍および1650 nm近傍である。合波器2-1の各ポートの透過波長帯は以下の通

りである。

・ポート2-1-A: 1380-1430 nmおよび1440-1700 nm

・ポート2-1-B: 1380-1430 nm

・ポート2-1-C: 1440-1700 nm

【0027】また、合波器2-2の各ポートの透過波長帯は以下の通りである。

・ポート2-2-A: 1380-1540 nmおよび1550-1700 nm

・ポート2-2-B: 1550-1700 nm

・ポート2-2-C: 1380-1540 nm

【0028】光アイソレータ4の透過波長帯は1430-1550 nmである。

【0029】以下に本実施形態のASE光源の特長を説明する。

【0030】まず、第1の実施形態と同様に、第2の励起光源3-2の1650 nm近傍の光を励起光として用いることにより、基底準位³H₆の電子を効率的に発光終準位に励起し、発光に関与させることができる(図2参照)。

【0031】また、本実施形態では光ファイバ1の出力と反対側の端面を光終端器6により無反射終端することで、合波器等の光部品の反射や、増幅用光ファイバ1の誘導ブリルアン散乱やレイリー散乱があっても、レーザ発振することなく、安定してASE光を出力できる。

【0032】図5に本実施形態のASE光源の出力パワー密度の波長依存性を示す。図5に示すように、本実施形態のASE光源は、波長域1464-1482 nmでAWGのような狭帯域フィルタの特性を評価するのに十分な出力パワー密度-10 dBm/nmが得られている。また、従来技術よりも広い波長域1448-1508 nmで-25 dBm/nmが得られ、その全出力光は+6.5 dBmと高い出力が得られており、広帯域・高出力1470 nm帯ASE光源が実現できている。また、出力安定度は±0.003 dBであり、従来技術より同程度以下であった。

【0033】なお、第1の励起光源3-1の波長は1310-1440 nmの範囲であれば良いが、1380-1440 nmの範囲がより望ましく、1410-1440 nmの範囲であることが最も望ましい。また、第2の

励起光源3-2の波長は1570-1700 nmの範囲であれば良いが、1610-1780 nmの範囲がより望ましく、1620-1710 nmの範囲であることが最も望ましい。

【0034】また、第1の励起光源3-1および第2の励起光源3-2の配置はこれらが入れ替わっても差し支えない。

【0035】さらに、本実施形態では励起光のTm添加ファイバ1への入力をASE出力側から行っているが、これとは反対の方向から励起光をTm添加ファイバ1へ入力しても良い。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、Tm添加ファイバを用い、励起光としてTmイオンの³H₆-³F₄準位間エネルギーに相当する励起光、及び³F₄-³H₄準位間エネルギーに相当する励起光の2つの励起光を使用するので、基底準位³H₆の電子を効率的に発光準位³H₄に励起して発光に関与させることができ、1470 nm近傍で、従来に比べて広帯域で高出力のASE光源が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態のASE光源の構成を示すブロック図である。

【図2】Tmイオンのレベルダイヤを示す概念図である。

【図3】本発明の第1の実施形態のASE光源の出力パワー密度の波長依存性を示す特性図である。

【図4】本発明の第2の実施形態のASE光源の構成を示すブロック図である。

【図5】本発明の第2の実施形態のASE光源の出力パワー密度の波長依存性を示す特性図である。

【図6】従来のASE光源の出力パワー密度の波長依存性を示す特性図である。

【符号の説明】

1 Tm添加ファイバ

2-1、2-2 合波器

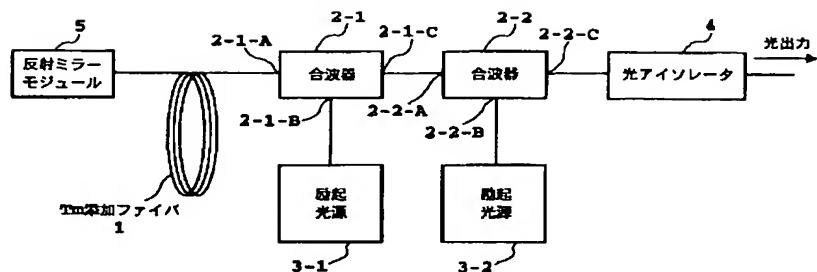
3-1、3-2 励起光源

4 アイソレータ

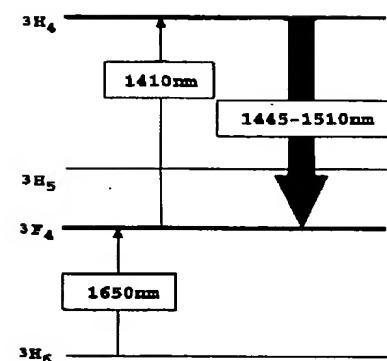
5 反射ミラーモジュール

6 光終端器

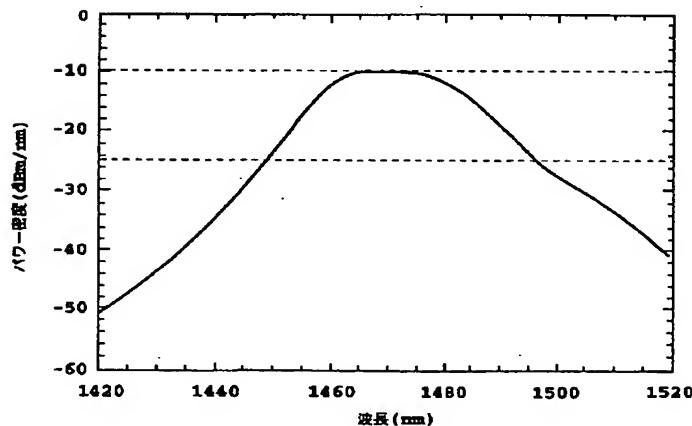
【図1】



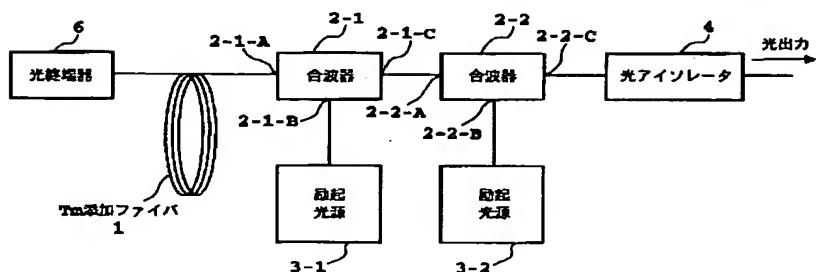
【図2】



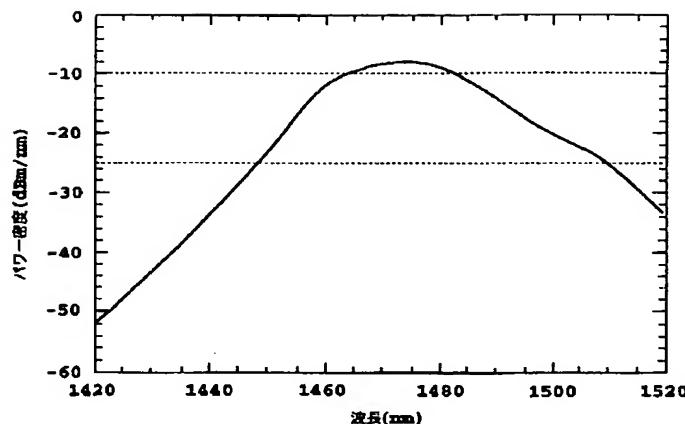
【図3】



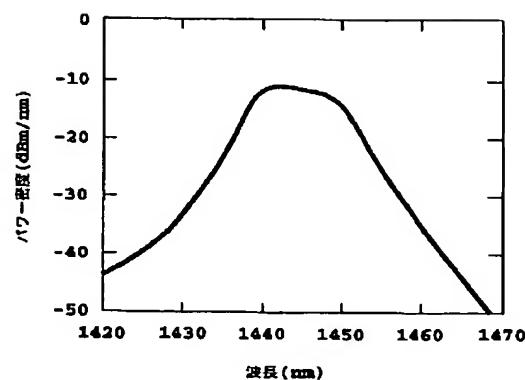
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 清水 誠
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 金森 照寿
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 青笹 真一
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 大石 泰丈
東京都渋谷区道玄坂一丁目12番1号 エヌ
ティティエレクトロニクス株式会社内

(72)発明者 西田 好毅
東京都渋谷区道玄坂一丁目12番1号 エヌ
ティティエレクトロニクス株式会社内

F ターム(参考) 5F072 AB07 AB13 AK06 JJ20 KK05
MM07 PP07 QQ07 RR01 YY17